



KONGE RIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

PCT/NO 00/000103

REC'D 22 MAY 2000

WIPO

PCT

19.10

Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

1999 1395

Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 1999.03.22

*It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 1999.03.22*

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2000.03.30

*Freddy Strømmen*

Freddy Strømmen  
Seksjonsleder

*Ellen B. Olsen*

Ellen B. Olsen



**PATENTSTYRET**  
Styret for det industrielle rettsvern

16

PATENTSTYRET  
22.MAR99 991395

AF/KLH/84.219  
99/03/22

Patentsøknad nr.:

Patentsøker: Lyng Motor AS

Tittel: "Stator i roterende elektrisk maskin"

Foreliggende oppfinnelse vedrører sentrale deler av en elektrisk rotasjonsmaskin, dvs. motor eller generator, nærmere bestemt en trinnmaskin. De deler oppfinnelsen angår, er en sentralt eller perifert anbrakt stator, samt konstruksjonsdeler som bygger opp statoren.

5 En maskin som omfatter tekniske trekk beslektet med herværende oppfinnelse, er kjent fra norsk patent nr. 174947. I dette patentet vises, se fig. 1, 2 og 3 vedføydd her, et system av "fingre" 5,6 som fungerer som fluksledere rundt statorens spole eller spoler, og som tilveiebringer omkretsmessig rettet magnetisk fluks i utvendige gap 7 mellom slike "ytte fingerledd" 15, 17 som peker i suksessivt  
10 motsatt akseparallellel retning, for vekselvirkning mellom disse magnetfeltene og magnetfelter fra permanentmagneter 9 på innsiden av en utvendig, konsentrisk anbrakt rotor 10. En slik motor kan kalles en transversalfluks-maskin, fordi magnetfluksen hovedsakelig går transversalt, dvs. akseparallelt innvendig for den ringformede spolen, så radialt ved siden av spolen, så hovedsakelig akseparallelt  
15 igjen på utsiden av spolen, og endelig radialt tilbake igjen på den andre siden av spolen.

I NO 174947 omtales "fingrene" 5, 6 som "lamellblokker" bestående av tynne blikk. Disse lamellblokkene står i fysisk kontakt med en separat spolekjerne 8 som ligger radialt innenfor den aktuelle spolen (ikke vist).  
20 Fremstillingen av spolekjerne og lamellblokker, og sammensettingen av disse, er imidlertid vanskelig og kostnadskrevende.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å tilveiebringe en mer fordelaktig konstruksjon av "fingerstrukturen" i maskinens stator, både teknisk og økonomisk.

I samsvar med et første aspekt av oppfinnelsen er det derfor tilveiebrakt et  
25 statorelement for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type, og statorelementet kjennetegnes ved at det er utført med en polsko, et fluksførende parti og en spolekjernedel integrert i ett stykke, med det fluksførende partiet mellom polskoen og spolekjernedelen.

I en foretrukket utførelsesform har statorelementets polsko langstrakt form i  
30 en retning parallelt med maskinens akse, med lengde tilnærmet det dobbelte av spolekjernedelens lengde i samme retning, idet det fluksførende partiet er

perpendikulært på både polsko og spolekjernedel og festet til en ende av hver av disse slik at både polsko og spolekjernedel peker i samme retning.

Fortrinnsvis har spolekjernedelen en vinkelmessig utstrekning på  $360^\circ/n$  i rotasjons-dreieretningen, hvor  $n$  angir antallet omkretsmessig sidestilte statorelementer som til sammen kan utgjøre en fullstendig statordel.

Statorelementet er i den foretrukne utførelsesform utformet av presset og varmebehandlet jernpulvermateriale.

I samsvar med et andre aspekt av oppfinnelsen er det tilveiebrakt en statordel for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type. Statordelen kjennetegnes ved at den utgjøres av et antall  $n$  statorelementer av den type som er angitt i det ovenstående, anbrakt i ringstruktur slik at  $n$  parallelle polsko peker finger-lignende i en retning parallelt med maskinens rotasjonsakse og ligger radielt utvendig eller innvendig, mens de tilsvarende  $n$  spolekjernedelene ligger radielt innvendig eller utvendig for sammen å utgjøre minst en del av en spolekerne, og alle de  $n$  fluksførende partiene ligger på samme aksiale side av spolekjernen.

I samsvar med et tredje aspekt av oppfinnelsen er det tilveiebrakt en statordel for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type, og statordelen ifølge det tredje aspekt kjennetegnes ved at den er utført med et antall  $n$  polsko, samme antall  $n$  fluksførende partier og en ringformet spolekjernedel integrert i ett stykke, med hvert fluksførende parti anordnet mellom en respektiv polsko og den ringformede spolekjernedelen, idet alle fluksførende partier ligger på samme aksiale side av ringen og peker radielt, og alle polsko peker i samme retning parallelt med ringens akse, eventuelt er statordelen utført som en sektor av en slik ring, hvorved en komplett ringformet statordel kan settes sammen av flere slike sektorer.

I en utførelsesform tilpasset en maskin med utvendig rotor, er polskoene i statordelen anbrakt radielt utvendig. I en "motsatt" utførelsesform hvor maskinen er av en type med innvendig rotor, er statordelens polsko anbrakt radielt innvendig.

I en foretrukket utførelsesform er den helintegreerte statordelen utformet av presset og varmebehandlet jernpulvermateriale.

I samsvar med et fjerde aspekt av oppfinnelsen er det tilveiebrakt en stator for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type. Statoren kjennetegnes ved at den omfatter minst et par ringformede og like statordeler av den type som er angitt ovenfor og minst en spole, hvor to  
5 statordeler i et par er anbrakt aksialt sidestilt på samme akse og med polsko pekende i motsatte retninger og inn mellom hverandre på regulært interfoliert måte, slik at det dannes like store, åpne fluksgap mellom alle  $2n$  polsko, hvor spolen ligger i et ringrom som dannes mellom de to statordelene i paret, og hvor spolekjernedelene samlet utgjør en kjerne for spolen, isolert fra spolen med en  
10 hovedsakelig ringformet støttestruktur for statordelen, laget f.eks. av et plastmateriale.

I en utførelsesform hvor maskinen er av typen med utvendig rotor, er statorens polsko anbrakt radielt utvendig. I en "motsatt" utførelsesform hvor maskinen er av typen med innvendig rotor, er statorens polsko anbrakt radielt  
15 innvendig.

I det følgende skal oppfinnelsen belyses nærmere ved en detaljert beskrivelse av de utførelsesformer av oppfinnelsen som fremgår av de vedføyde tegningene, hvor

fig. 1, 2 og 3 viser elementer av tidligere kjent teknikk,

20 fig. 4 viser en foretrukket utførelsesform av et statorelement ifølge oppfinnelsen,

fig. 5a viser en utførelsesform av en stator, nemlig sammensatt av statorelementer av den type som vises i fig. 4,

fig. 5b viser et snitt gjennom statoren som vises i fig. 5a,

25 fig. 6a viser en utførelsesform av en integrert utformet statordel ifølge oppfinnelsen, i planriss,

fig. 6b viser samme del som fig. 6a, men i delvis sideriss og delvis snitt,

fig. 7 viser en utførelsesform av et statorelement til bruk i en maskin med innvendig rotor,

30 fig. 8a og 8b viser på tilsvarende måte som fig. 5a og 5b en utførelsesform av en stator beregnet for en maskin med innvendig rotor, og

fig. 9a og 9b viser på samme måte som fig. 6a og 6b en utførelsesform av en integrert utformet statordel ment for bruk i en maskin med innvendig rotor.

I fig. 1, som også er omtalt innledningsvis, fremgår skjematisk en maskin-løsning som er kjent fra ovennevnte norske patent nr. 174947. En ytre rotor 10, f.eks. en hjulfelg eller lignende har på sin innside et arrangement av permanentmagneter 9, som vi ikke går nærmere inn på her. Disse permanentmagnetene 9 vekselvirker med variable magnetfelter på en inneforliggende stator 18, hvilke variable magnetfelter går tvers over gapene 7 mellom radielt ytre "fingerledd" 15, 17 av "fingre" 5, 6 med "stammer" 14, 16, se også fig. 2 og 3, som viser "fingrene" 5 og 6 fra siden. "Fingrene" 5 har  $\Gamma$ -form, og "fingrene" 6 har T-form. Hver "finger"-struktur 5, 6 er fortrinnsvis en stabel av tynne blikk, slik det fremgår av fig. 1.

Radielt innerst ligger "fingrene" 5, 6 i den tidligere kjente anordningen tett inntil en spolekjerne 8, og i rommet radielt utenfor spolekjernen 8 og innenfor "finger-ytterleddene" 15, 17 befinner det seg en (ikke vist) spole, som når den energiseres, gir opphav til magnetfluks som følger "fingrene" fra spolekjernen og krysser gapene 7 mellom motsatt pekende "finger-ytterledd" 15, 17.

I den motor-utførelsesform som fremgår av NO 174947, inngår det minst to slike spoler, og derfor står en T-formet "fingerdel" 6 mellom to spoler og strekker "finger-ytterledd" 17 ut i to retninger. Fig. 1 viser en slik struktur, men figuren kunne forsåvidt like gjerne vise en enklere struktur med bare en spole, dvs. med bare en "finger-type" slik som vist med referansetall 5, dvs. referansetall 6 og 17 kan da i fig. 1 byttes ut med referansetall 5 og 15.

I fig. 5a vises en struktur som har samme funksjon som statoren 18 i fig. 1. Denne strukturen er sammensatt av mindre deler, nemlig slike statorelementer 20 som vises i fig. 4.

Den foretrukne utførelsesform av et statorelement ifølge et aspekt av oppfinnelsen vises i fig. 4, sett i to ortogonale retninger. Det fremgår at statorelementet i utgangspunktet er laget for sammen med flere tilsvarende elementer å utgjøre en statordel, dvs. en aksiell "side" av den komplette struktur

som må til for å slutte fluks-kretsene rundt en spole. Derfor er elementet 20 gitt en form tilpasset en sirkelsektor med vinkel A, hvor  $n \cdot A = 360^\circ$ , med  $n = \text{antall slike elementer 20 som tilsammen danner en sirkel}$ .

En øvre "ytte fingerledd"-del 1 er laget for å strekke seg på tvers over spolen, dvs. i en retning som er parallell med maskinens akse. Lengden av delen 1, som utgjør en polsko, er fortrinnsvis dobbel så lang som nedre/indre del 3 i samme retning, dvs.  $D \approx 2C$ . Delen 3 utgjør en spolekjernedel, dvs. den inngår som en del av og danner derved, selve spolekjernen når hele strukturen er samlet.

Mellompartiet 2 benevnes "et fluksførende parti", og alle partier 1, 2, 3 er fremstilt som ett integrert stykke 20. Fortrinnsvis presses og varmebehandles et slikt stykke frem av jernpulvermateriale.

En ser at en viss formgivning er gunstig, f.eks. er den radielt ytre overflate av polskolen 1 sylinderformet for å tilpasses nær passasje av en utenforliggende rotor, og for å utgjøre en del av en tenkt ytre sylinderflate for statoren.

Når en så ser på strukturen i fig. 5a, fremgår det at et antall  $n$ , i det viste tilfellet  $n=12$ , statorelementer 20 er samlet til en ringformet struktur for å utgjøre en statordel, dvs. en slik "aksiell side" av en komplett stator-struktur som er omtalt tidligere, og som har "ytte fingerledd", dvs. polsko, som peker i bare én akse-parallel retning. Slike statorelementer som her vises med referansetall 20, tilhører således én statordel, mens de statorelementene som benevnes 20', er statorelementer "på baksiden", dvs. anordnet som en sidestilt statordel på den andre siden av en spole.

I fig. 5b vises en spole 4 som ligger inne i det ringformede rom som dannes av to inntil hverandre sidestilte statordeler, idet fig. 5b viser snittet A-A som angis i fig. 5a. En støtte- og isolasjonsstruktur 18 antydes også i figuren. En slik støttestruktur kan forøvrig være mer detaljpreget og profilert enn det som vises her, for å ta hensyn til krav som det ikke har noen hensikt å omtale nærmere her, f.eks. i forbindelse med montasjearbeid, tilknytning til ytterligere enheter, ledningsgjennomføringer etc. En ser i snittfiguren i fig. 5b ett statorelement 20 som er skravert, med polsko 1 fluksførende parti 2 og spolekjernedel 3, og en ser videre delene 2' og 3' tilhørende neste, bakenforliggende statorelement 20', mens polskoen 1' er skjult bak polskoen 1.

Tilsammen danner nå de viste elementene en prinsipielt komplett stator (det som ikke vises, er eiker inn til et sentralt nav, tilledninger etc.).

Dersom totaldimensjonene er tilstrekkelig små, vil det være mulig å lage en helintegrert statordel 19, se fig. 6a, som tilsvarende en av de to sammensatte statordelene som vises i fig. 5a, og som vi husker består av statorelementer 20 som hver for seg er framstilt som integrerte enheter. Tilsvarende geometri som for et sammensatt statorelement kan da lages, med en fullstendig ringformet spolekjernedel 13 (som da utgjør en halv spolekerne), et antall fluksførende partier 12 som rager radialet utad, her vist tolv slike partier 12, og derpå festede polsko 11 som peker i en og samme akselparallelle retning, det hele presset og varmebehandlet som ett stykke under fremstillingen.

I fig. 6b vises samme helintegrerte statordel fra siden, delvis i snitt, og formen ses å tilsvarende den tidligere beskrevne, sammensatte form som vises i fig. 5a og 5b. En mindre formforskjell fremgår ved at de fluksførende partiene 13 i fig. 6a er noe mindre adskilt enn i utførelsesformen som vises i fig. 5a, men den helintegrerte utgaven kan gjerne ha like utpreget adskilt form for de fluksførende partiene, som den sammensatte utgaven.

I en ferdig sammenstilt statordel, jfr. fig. 5a, vil en typisk gap-avstand være gitt av maskinens anvendelsesområde. Ønskes høye turtall og lave tap, økes gapet, og ønskes høyt moment, lave turtal i og en kompakt maskin, reduseres gapet. Antallet polsko kan i utgangspunktet velges fritt, typisk antall kan være 24 stykker.

I stedet for presset og varmebehandlet jernpulver kan man fremstille de integrerte enhetene av bløtt jern eller annet magnetisk ledende materiale.

I et mellomliggende dimensjonsområde kan man forøvrig benytte en mellomløsning mellom den helintegrerte statordelen 19 som vises i fig. 6a, og en statordel som settes sammen av enkeltelementer 20, nemlig en løsning hvor f.eks. en sirkelkvadrant med f.eks. tre polsko lages som en integrert enhet ved pressing og varmebehandling, og settes sammen med ytterligere tre slike enheter for å danne en fullstendig og ringformet statordel. Andre oppdelingsforhold enn kvadrant-sektorer kan selvfølgelig være like aktuelle.



Fortrinnsvis er statorelementet, statordelen og statoren ifølge oppfinnelsen ment å benyttes i en roterende elektrisk maskin av transversalfluks-type. Dette er en slik maskin hvor magnetfluksen skapt av statorens spole ledes akseparallel, radialt, hovedsakelig akseparallel og radialt igjen rundt spolen av et omsluttende "statorhus", slik som nevnt i innledningen, og vekselvirker med magnetfelt fra en rotor anbrakt konsentrisk utenfor eller innenfor statoren.

En enkelt elektrisk generator kan konstrueres omkring en eneste spole 4, dvs. med bare en ringformet statordel på hver side og med polsko/"fingre" som går mot og mellom hverandre på spolens radiale utside, og med en drevet rotor konsentrisk utenpå.

For å lage en elektrisk motor av generelt samme type som i NO 174947, må det nettopp omtalte oppsettet doubles, dvs. man må ha to sidestilte spoler med tilsvarende omgivende statordeler, og den utenforliggende rotoren, som kan drives ved hjelp av styrt vekselstrøm i spolene, har da innvendig anbrakte magneter i henhold til et skjema som angitt i NO 174947. Det er ikke nødvendig å gå nærmere inn på slike skjemaer i beskrivelsen av herværende oppfinnelse.

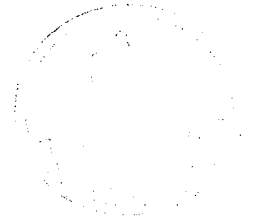
Det foreligger selvfølgelig mulighet for en fullstendig omvending av de strukturer som til nå har vært detaljert omtalt, dvs. en omvending på en slik måte at rotoren befinner seg konsentrisk innvendig, mens statoren ligger utvendig og har sin spolekjerne aller ytterst, og de omtalte "fingrene"/polskoene beliggende radialt innenfor spolen. Det vises til fig. 8a, som på tilsvarende måte som fig. 5a viser en "komplett" stator med to sidestilte statordeler. Forskjellen er her at polskoene 21 ligger radialt innvendig, mens spolekjernedelene 23 ligger radialt utvendig. På samme måte som tidligere befinner det fluksførende partiet 22 seg mellom spolekjernedelen 23 og polskoen 21, og binder disse sammen, dvs. statorelementet er et integrert hele.

De enkelte statorelementer vises i denne "omvendte" utførelse i fig. 7, sett i to ortogonale retninger.

Fig. 8b viser på tilsvarende måte som fig. 5b hvordan spolen 4 ligger i det ringformede hulrommet som dannes mellom de to sidestilte statordelene.

Fig. 9a og 9b kan sammenlignes med fig. 6a og 6b, og viser en helintegrert statordel 29, analogt med den helintegrerte statordelen 19, men altså i "omvendt" utførelse med komplett ringformet spolekjernedel 33 radielt utvendig, polsko 31 radielt innerst (mot en ikke vist rotor i sentrum) og fluksførende parti 32 mellom disse, alt integrert i ett stykke.

I fig. 8a benyttes merkede henvisningstall om tilsvarende detaljer som de som er vist umerket, men tilhørende den sidestilte (bakenforliggende) statordelen. Referansetall 27 viser til gapet mellom motsatt pekende polsko.



## PATENTKRAV

1. Statorelement for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type,  
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at statorelementet er utført med en polsko (1), et fluksførende parti (2) og en spolekjernedel (3) integrert i ett stykke, med det fluksførende partiet (2) mellom polskoen (1) og spolekjernedelen (3).
2. Statorelement ifølge krav 1,  
10 k a r a k t e r i s e r t v e d at polskoen (1) har langstrakt form i en retning parallelt med maskinens akse, med lengde tilnærmet det dobbelte av spolekjernedelens (3) lengde i samme retning, idet det fluksførende partiet (2) er perpendikulært på både polsko (1) og spolekjernedel (3) og festet til en ende av hver av disse slik at både polsko (1) og spolekjernedel (3) peker i samme retning.  
15
3. Statorelement ifølge krav 1 eller 2,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at spolekjernedelen (3) har en vinkelmessig utstrekning på  $360^\circ/n$  i rotasjons-dreieretningen, hvor n angir antallet omkretsmessig sidestilte statorelementer som til sammen kan utgjøre en  
20 fullstendig statordel.
4. Statorelement ifølge krav 1, 2 eller 3,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det er utformet av presset og varmebehandlet jempulvermateriale.  
25
5. Statordel for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at den utgjøres av et antall n statorelementer av den type som angis i et av kravene 1-4, anbrakt i ringstruktur slik at n parallelle polsko  
30 (1) peker finger-lignende i en retning parallelt med maskinens rotasjonsakse og ligger radielt utvendig eller innvendig, mens de tilsvarende n spolekjernedelene (3)

ligger radielt innvendig eller utvendig for sammen å utgjøre minst en del av en spolekjerne, og alle de  $n$  fluksførende partiene (2) ligger på samme aksiale side av spolekjernen.

- 5 6. Statordel for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type, karakterisert ved at den er utført med et antall  $n$  polsko (11), samme antall  $n$  fluksførende partier (12) og en ringformet spolekjernedel (13) integrert i ett stykke, med hvert fluksførende parti (12) anordnet mellom en respektiv polsko (11) og den ringformede spolekjernedelen (13), idet alle fluksførende partier (12) 10 ligger på samme aksiale side av ringen og peker radielt, og alle polsko (11) peker i samme retning parallelt med ringens akse, eventuelt er statordelen utført som en sektor av en slik ring, hvorved en komplett ringformet statordel kan settes sammen av flere slike sektorer.

15

7. Statordel ifølge krav 6, karakterisert ved at polskoene (11) er anbrakt radielt utvendig, hvorved maskinen er av typen med utvendig rotor.

- 20 8. Statordel ifølge krav 6, karakterisert ved at polskoene er anbrakt radielt innvendig, hvorved maskinen er av typen med innvendig rotor.

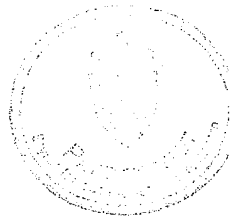
9. Statordel ifølge krav 6, 7 eller 8, 25 karakterisert ved at den er utformet av presset og varmebehandlet jernpulvermateriale.

10. Stator for bruk i en roterende elektrisk maskin som fortrinnsvis er av transversalfluks-type, 30 karakterisert ved at den omfatter minst ett par ringformede og like statordeler av den type som angis i krav 5 eller 6 og minst en spole (4), hvor to

statordeler i et par er anbrakt aksialt sidestilt på samme akse og med polsko (1, 11) pekende i motsatte retninger og inn mellom hverandre på regulært interfoliert måte, slik at det dannes like store, åpne fluksgap mellom alle  $2n$  polsko (1, 11), hvor spolen (4) ligger i et ringrom som dannes mellom de to statordelene i paret, og hvor spolekjernedelene (3, 13) samlet utgjør en kjerne for spolen (4), isolert fra spolen (4) med en hovedsakelig ringformet støttestruktur (18) for statordelen, laget f.eks. av et plastmateriale.

11. Stator ifølge krav 10,  
10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t polskoene (1,11) er anbrakt radielt utvendig, hvorved maskinen er av typen med utvendig rotor.

12. Stator ifølge krav 10,  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t polskoene er anbrakt radielt innvendig, hvorved  
15 maskinen er av typen med innvendig rotor.



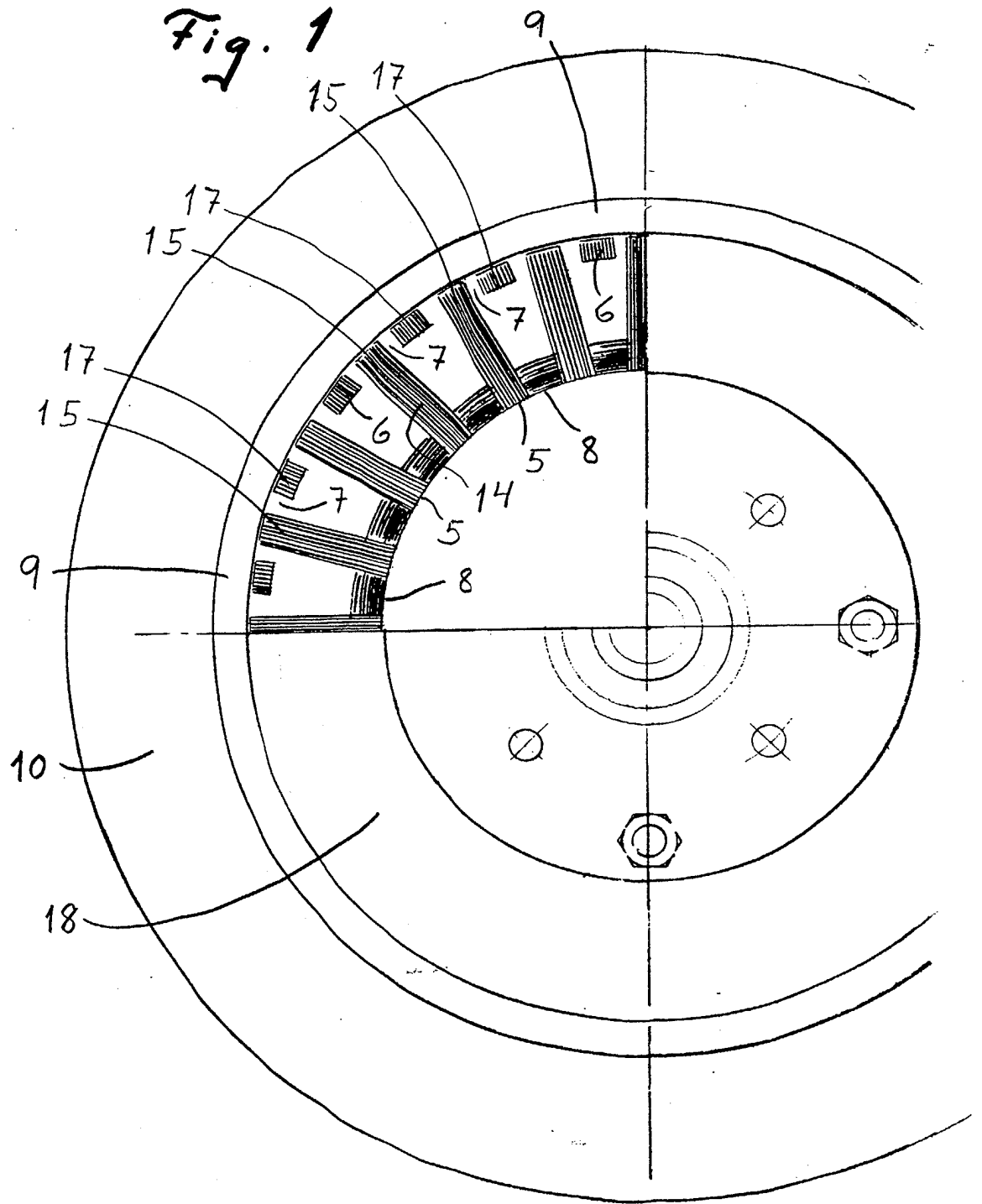
## SAMMENDRAG

I en roterende elektrisk maskin av transversalfluks-type med minst to fluksledende og hovedsakelig ringformede statordeler som sammen omgir en ringformet spole og oppviser interfolierte, finger-liknende polsko, og derved utgjør  
s hoveddeler av en stator som en konsentrisk anbrakt, ringformet rotor med permanentmagneter kan dreie seg i forhold til, er hver statordel, sektorer av statordelene eller i det minste en minste enhet (20) som omfatter en polsko (1), en tilhørende spolekjernedel (3) og et fluksførende parti (2) som sammenbinder polskoen (1) og spolekjernedelen (3), utført som ett integrert materialstykke.

10



Fig. 1



Kjent teknikk

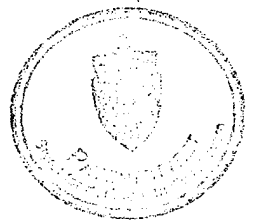
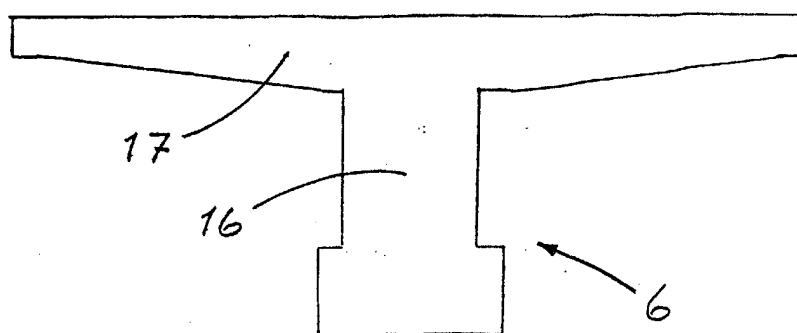
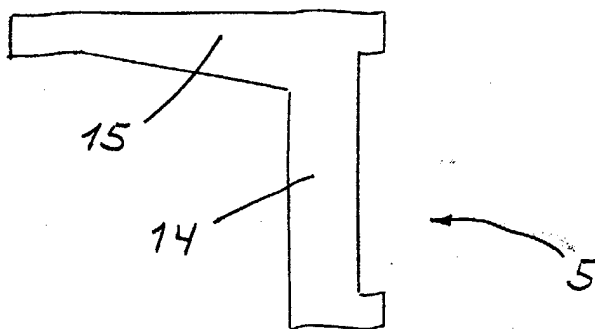


Fig. 2



Kjent teknikk

Fig. 3



Kjent teknikk



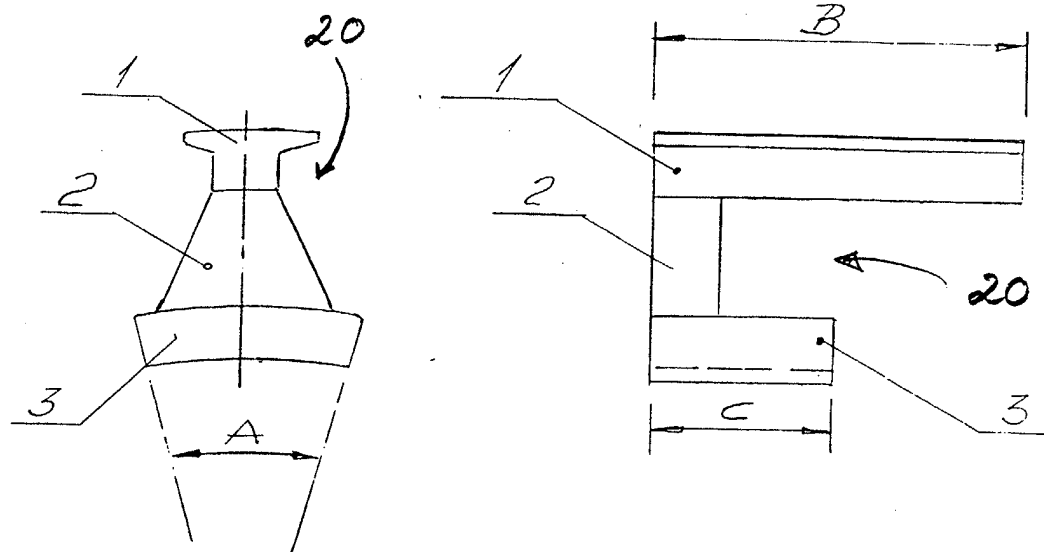


Fig. 4



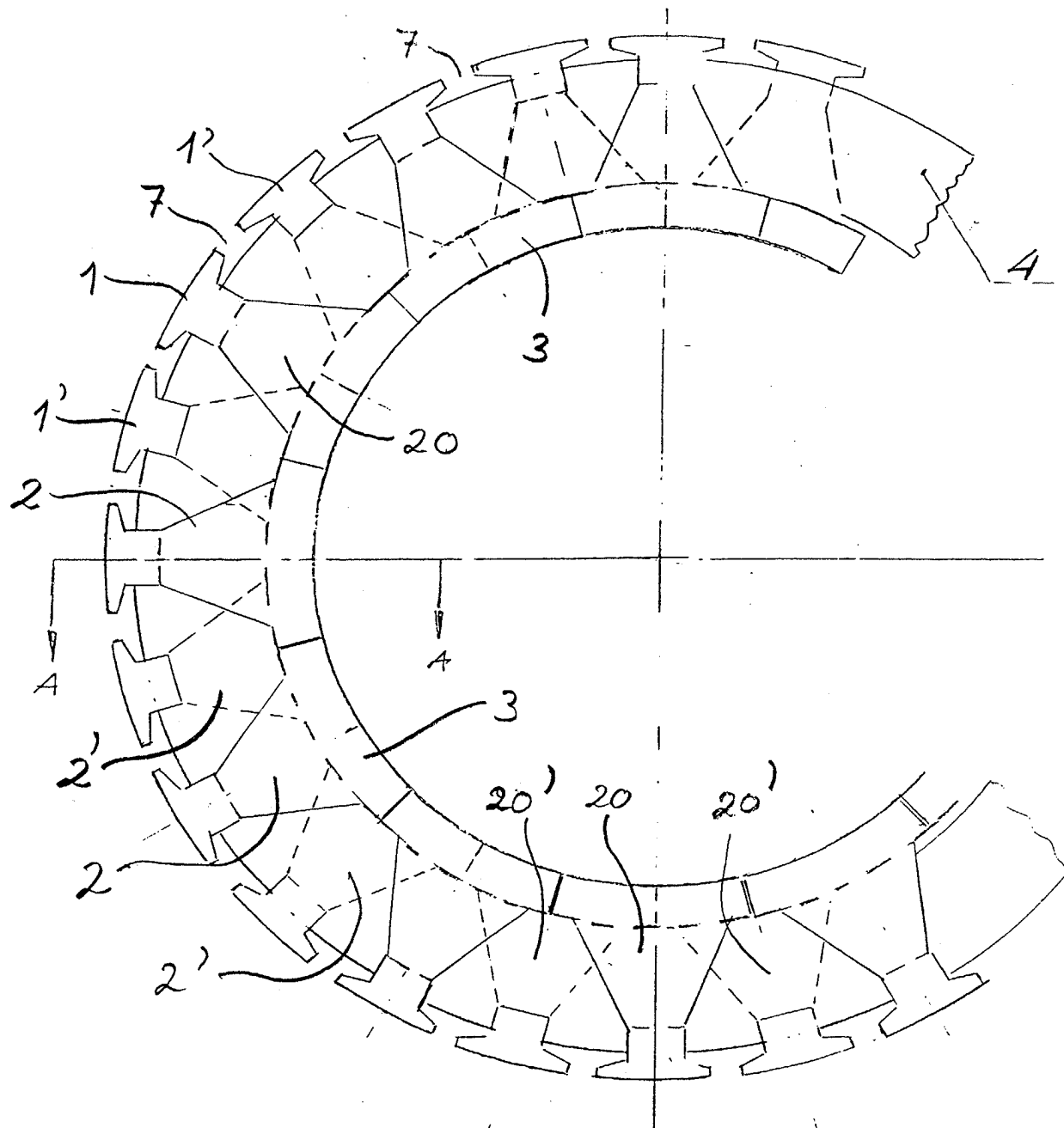
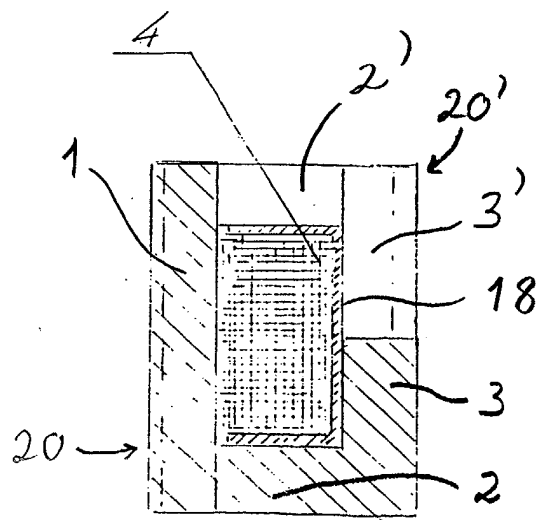
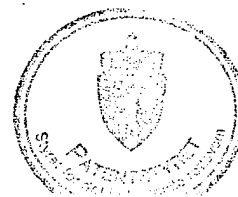


Fig. 5a



A-A

Fig. 5b



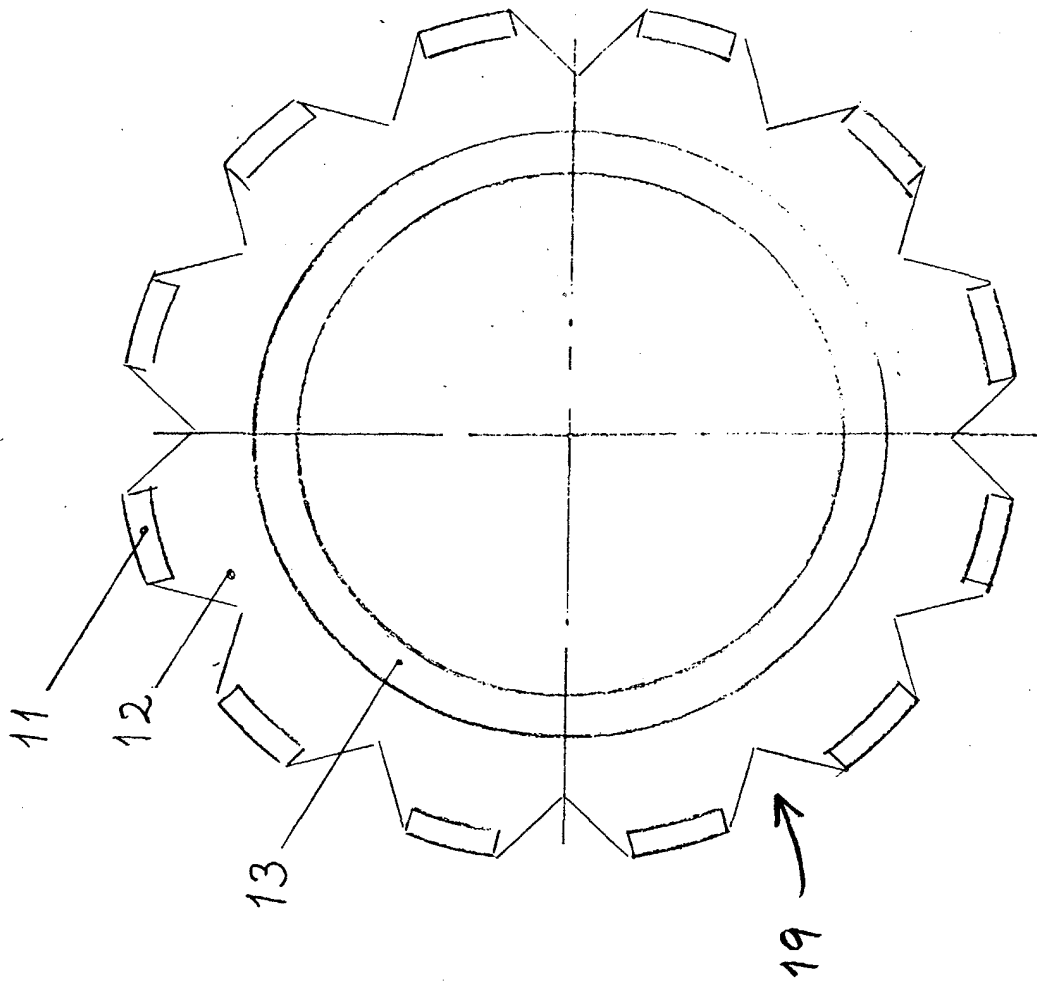


Fig 6a

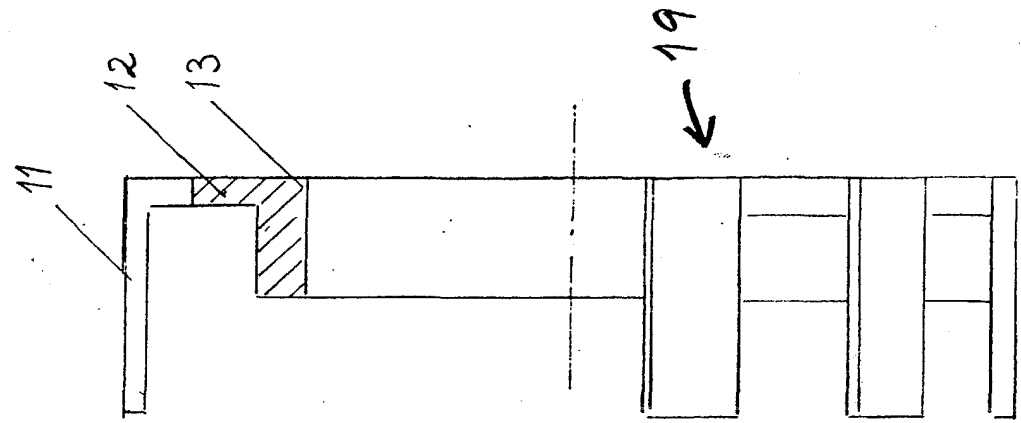


Fig 6b

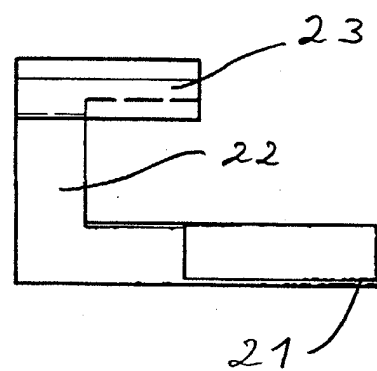
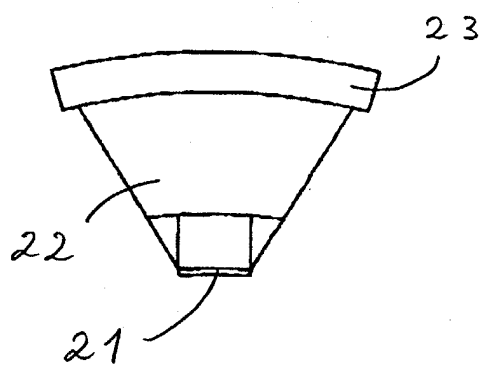
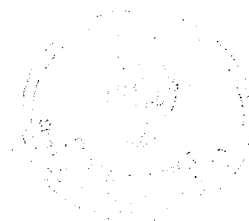


Fig. 7



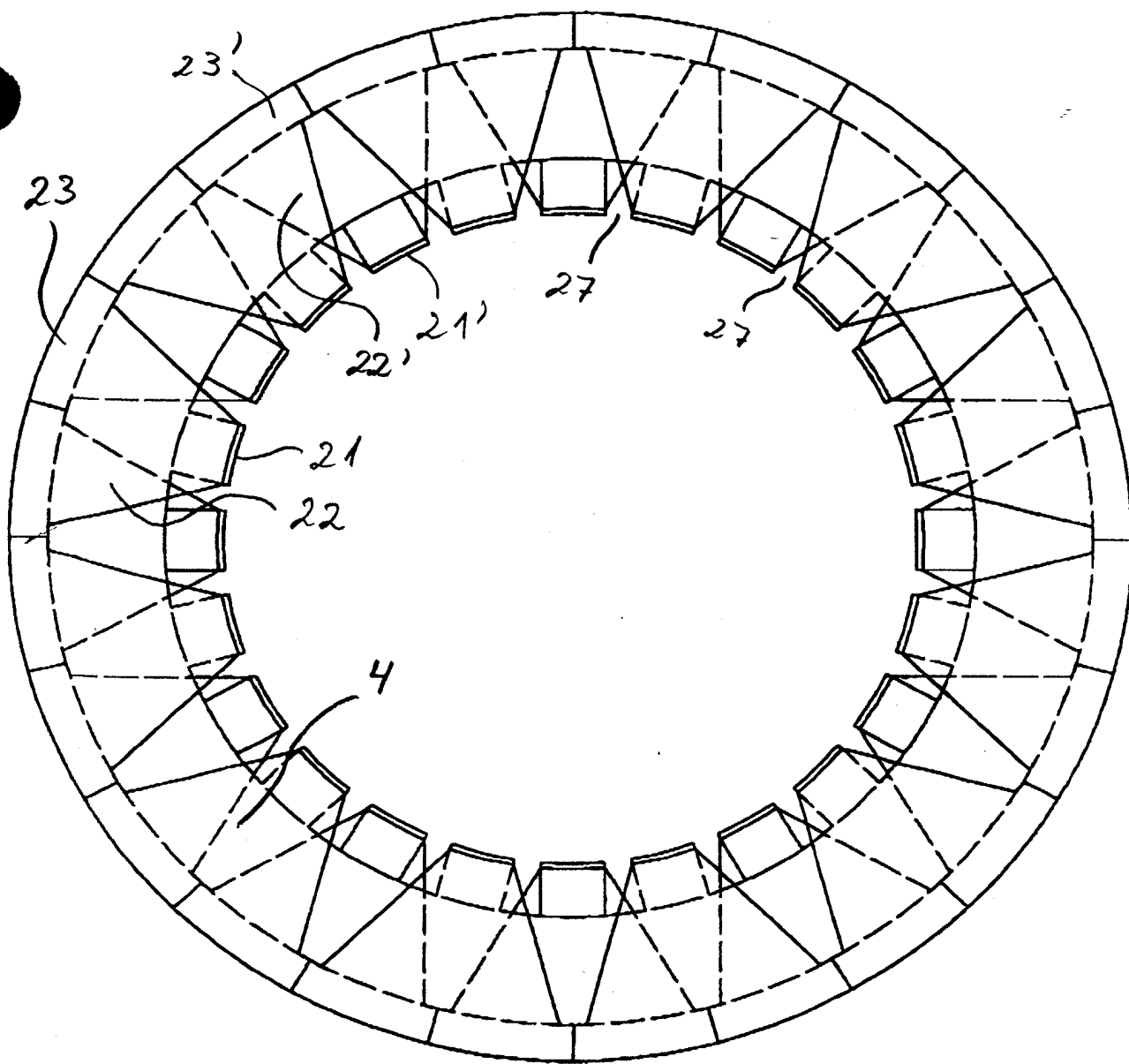


Fig. 8a

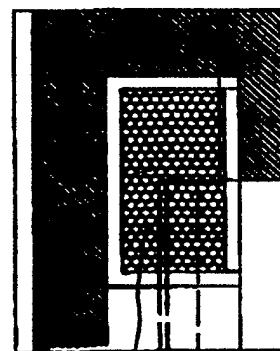


Fig. 8b



4

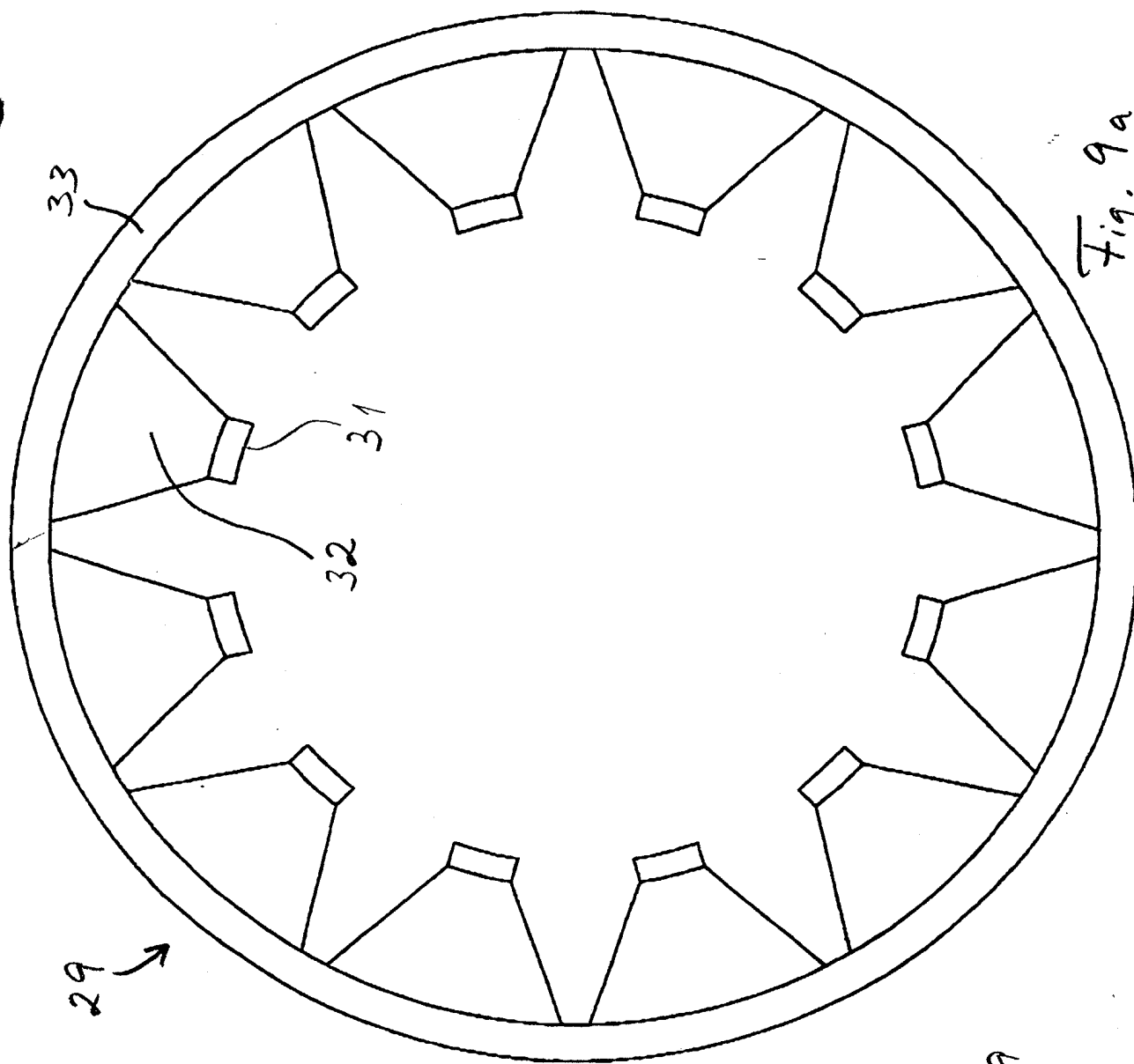


Fig. 9a

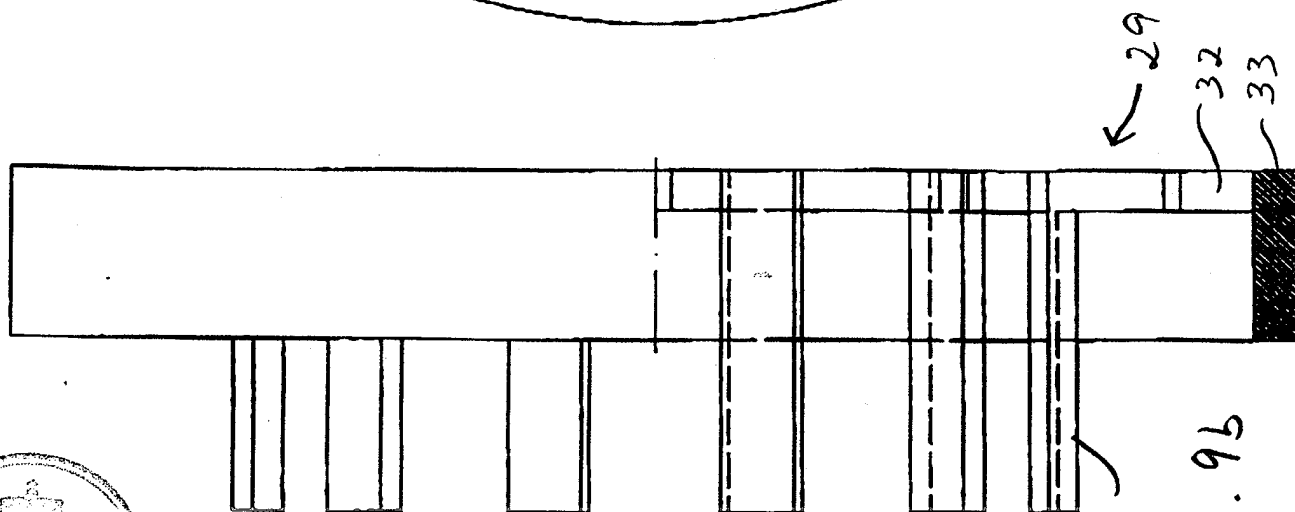


Fig. 9b